

彰化縣 114 學年度國民中小學學生獨立研究作品徵選
作品說明書（封面）

作品編號：（由承辦單位編列）

☐ 國小組

☒ 國中組

☐ 數學類

☒ 自然、科技類

☐ 人文社會類

組別：

作品名稱：

探討空氣清淨機在不同通風條件下的淨化效果及
最佳使用時長

第一階段 研究訓練階段

一、近二年學校獨立研究課程之規劃

(一) 系統化探究課程設計：

1. 跨領域主題式探究：

校定課程涵蓋社會人文、地理、文化經濟、歷史脈絡、自然生態等多面向，強調從「在地化」出發的問題意識建立。課程規劃採「議題導向」，鼓勵學生發掘身邊或社區中的真實問題。

2. 探究與實作的深化訓練：

課程中不只進行探究，更要求學生學習明確定義研究問題、設計研究方法進行實作（如：問卷、訪談、田野調查、實驗設計），並進行分組合作。

3. 研究方法工具箱：

在課程初期，導入基礎的研究方法學訓練，例如：資料檢索與篩選（CRAAP 標準）、引註規範（APA/MLA）、統計數據的初步解讀等，確保學生在開始獨立研究前具備基礎工具。

(二) 自然科學的延伸與拔尖：

1. 基礎穩固與進階延伸：

自然科教學除了紮實掌握課內基本教材和實驗操作外，更鼓勵學生提出「為什麼」與「如果...會怎樣」的問題。

2. 實驗設計與數據分析的專業指導：

針對有興趣的學生，指導老師會從課本單元延伸，指導學生學習控制變因、設計對照組、使用適當的測量儀器，並教導他們使用基礎的軟體（如試算表）進行數據的紀錄、整理與簡易統計分析，並以科學報告格式（緒論、方法、結果、討論、結論）撰寫報告

二、學校如何提供該生獨立研究訓練

（一）指導教師的「鷹架式」輔導與陪伴

指導老師扮演引導者（Facilitator）和諮詢者（Consultant）的角色，而非直接給予答案：

1. 主題發想與聚焦：

透過討論，引導學生從觀察、興趣或生活經驗中找到真正的研究熱情。協助學生將最初寬泛的想法，收斂聚焦為一個能在有限時間和資源內完成的、可操作的（Feasible）研究問題。

2. 研究計畫擬定與執行：

教導學生撰寫詳細的研究執行計畫（時程、步驟、所需器材、預期結果、風險評估），培養學生時間管理與計畫組織能力。在實驗室操作前，進行儀器使用、化學品處理及安全規範的嚴格訓練與監督，確保研究過程的安全與規範性。

3. 數據分析與學術寫作：

協助學生解讀數據，識別實驗結果與預期是否一致，並引導他們進行批判性反思：「這個數據代表什麼？我的實驗方法是否有潛在的偏差？」指導學生依據學術規範撰寫報告（如摘要、圖表製作、文獻回顧），並訓練他們進行清晰、有條理的口頭報告和海報展示，為競賽和分享做準備。

（二）學校硬體與資源的全面支持

1. 實驗室與電腦教室：

除基礎開放外，可提供獨立研究專用時段或專屬區域，確保學生在非上課時間也能專心研究，並提供儀器設備。

2. 文獻與資訊獲取：

圖書館深化服務：除了提供館藏，圖書館可協助學生申請跨校借閱或連線至學術資料庫（如國家圖書館、大學資源），獲取最新的或更深入的研究文獻。

第二階段 獨立研究階段

一、研究動機

近幾年媒體報章對於懸浮微粒 PM2.5 的報導時常可見，PM2.5 的數值甚至已經成為空氣品質的指標。為了淨化室內空氣，有些人家中有購買空氣清淨機，但是看不到、摸不著的空氣品質，讓人難以評估空氣清淨機的成效。目前市面上大部分的空氣清淨機並沒有附帶空氣品質監測數據的面板，有附面板的機型售價都在萬元以上，而且有些機型使用的顏色標示與環保署公告的不同，實在讓人一頭霧水。

因此，我們想利用 Arduino UNO 板結合「空氣品質感測器」，以便宜又簡單的方式來監控室內空氣品質，並確認空氣清淨機的功能及使用時機，讓使用者能對於開、關機時間有基本概念，以達到「確保室內空氣品質」及「節能減碳」的雙重效果。

二、擬定正式計畫、研究問題及工作進度表

（一）擬定正式計畫

本研究計畫流程圖如下圖，圖 2-1 所示：

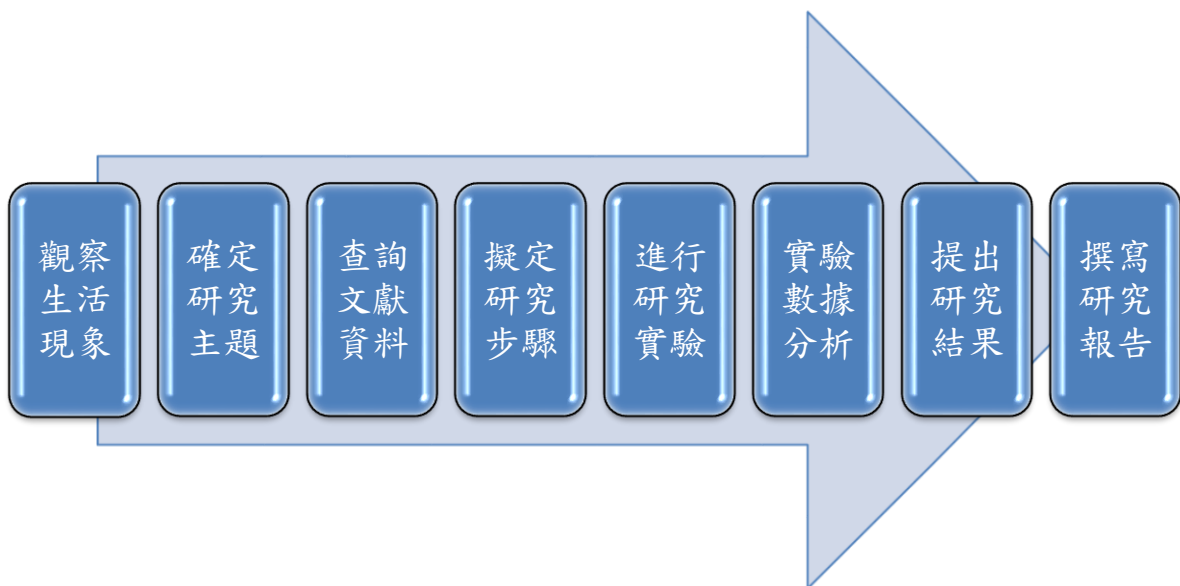


圖 2-1 研究計畫流程圖（資料來源：作者自行製作）

(二) 研究問題

1. 了解空氣品質指標 (AQI) 與 PM2.5 對人體的影響
2. 了解室內空氣汙染物對人體的影響
3. 了解室內空氣品質標準
4. 學習如何使用 Arduino UNO 板與空氣品質感測器
5. 利用 Arduino UNO 板操控「空氣品質感測器」，監控及確認空氣清淨機的功能

(三) 工作進度表如下表，表 2-1 所示：

表 2-1 工作進度表

	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
觀察生活現象						
確定研究主題						
查詢文獻資料						
擬定研究步驟						
進行研究實驗						
實驗數據分析						
提出研究結果						
撰寫研究報告						

(表2-1資料來源：作者自行製作)

三、彙整相關文獻

(一) 空氣品質指標 (AQI) 與對人體的影響

行政院環保署以顏色來表示空氣品質指標 (AQI: Air Quality Index)，空氣品質指標AQI與對人體健康的影響如表3-1所示，使民眾能簡易地了解即時空氣品質，提供民眾活動時的注意事項及防護措施。

表3-1：空氣品質指標AQI與對人體健康的影響

空氣品質 指標 AQI	0-50	51-100	101-150	151-200	201-300	301-500
對健康影 響與活動 建議	良好	普通	對敏感 族群不 健康	對所有 族群不 健康	非常不 健康	危害
狀態色塊	綠	黃	橘	紅	紫	褐紅
人體健康 影響	空氣品質為良好，污染程度低或無污染。	空氣品質普通；但對非常少數之極敏感族群產生輕微影響。	空氣污染可能會對敏感族群健康造成影響，對一般大眾影響不明顯。	對所有人的健康產生影響，對於敏感族群可能產生較嚴重的健康影響。	健康警報：所有人都可能產生較嚴重的健康影響。	健康威脅達到緊急，所有人都可能受到影響。

(表3-1資料來源：行政院環境保護署。空氣品質監測網。2025年7月1日，取自：<https://airtw.moenv.gov.tw/CHT/Information/Standard/AirQualityIndicator.aspx>)

(二) 空氣品質指標是依據監測資料將當日空氣中7種污染物的濃度，以其對人體健康的影響程度，分別換算出不同污染物之副指標值，再以當日各副指標之最大值為該測站當日之空氣品質指標值(AQI)，如表3-2所示。

表 3-2：污染物濃度與污染副指標值對照表

AQI指標	O ₃ (ppm) 8 小時平均值	PM _{2.5} (μ g/m ³) 24 小時平均值	PM ₁₀ (μ g/m ³) 24 小時平均值	CO (ppm) 8 小時平均值	SO ₂ (ppb) 小時平均值	NO ₂ (ppb) 小時平均值
良好	0.000 – 0.054	0.0 – 12.4	0-30	0-4.4	0-8	0-21
普通	0.055 – 0.070	12.5 – 30.4	31-75	4.5-9.4	9-65	22-100
對敏感族群不健康	0.071 – 0.085	30.5-50.4	76-190	9.5-12.4	66-160	101-360
對所有族群不健康	0.086 – 0.105	50.5 – 125.4	191-354	12.5-15.4	161-304 ⁽³⁾	361-649
非常不健康	0.106 – 0.200	125.5 – 225.4	355 – 424	15.5 – 30.4	305-604 ⁽³⁾	650-1249
危害	(2)	225.5 – 325.4	425 – 504	30.5 – 40.4	605-804 ⁽³⁾	1250-1649
危害	(2)	325.5 – 500.4	505-604	40.5-50.4	805-1004 ⁽³⁾	1650-2049

(表3-2資料來源：行政院環境保護署。空氣品質監測網。2025年7月1日，取自：https://air.moenv.gov.tw/envtopics/AirQuality_1.aspx)

(三) 懸浮微粒(Particulate Matter, PM) 是指懸浮於空氣中之固體顆粒或液滴，其中，直徑 $\leq 10\mu\text{m}$ 的稱為PM10，容易通過鼻腔到達喉嚨；直徑 $\leq 2.5\mu\text{m}$ 的稱為PM2.5，因為非常細微，容易深入肺部，引起呼吸系統疾病（如圖 3-1 所示）、心血管的病變（如圖 3-2 所示），若上面附著其他污染物，對人體的危害會更大。

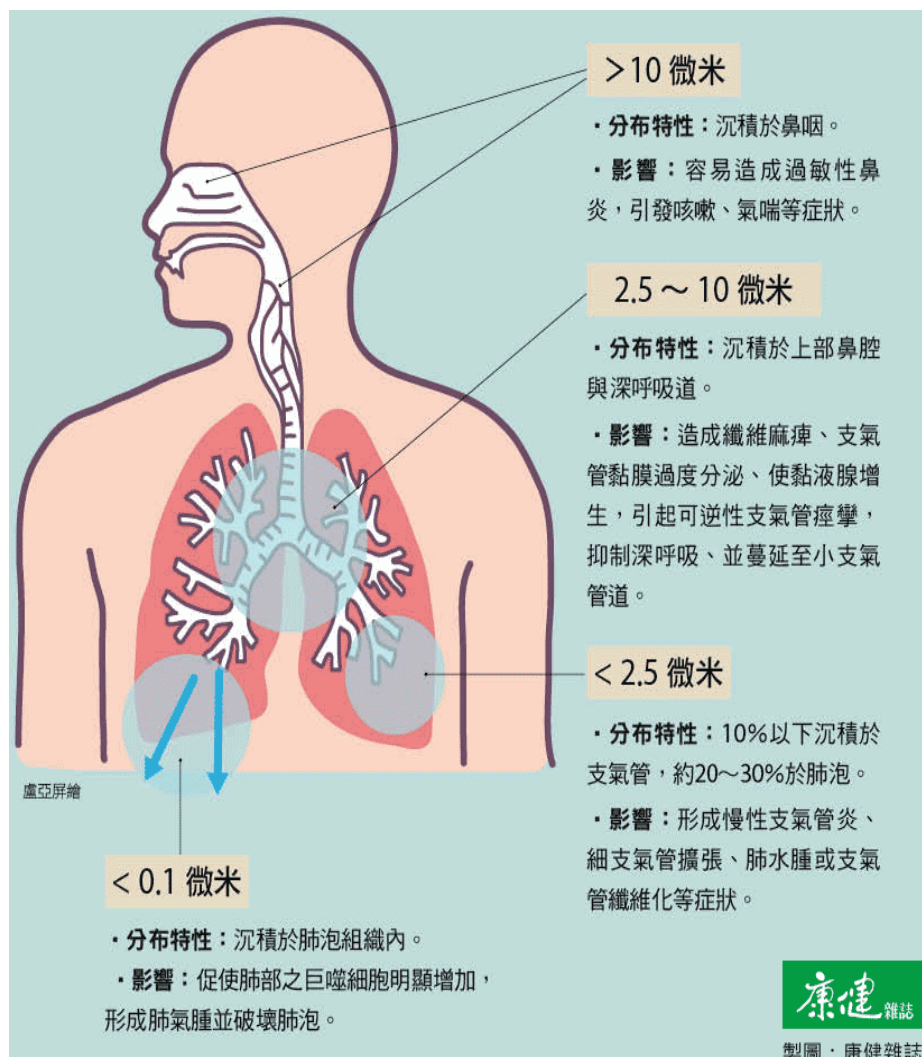


圖 3-1：懸浮微粒對呼吸系統的影響

（圖 3-1 資料來源：康健雜誌（2017）。你知道 PM2.5 如何造成人體傷害？。2025 年 7 月 2 日，取自 <https://www.commonhealth.com.tw/article/article.action?nid=76486>。）

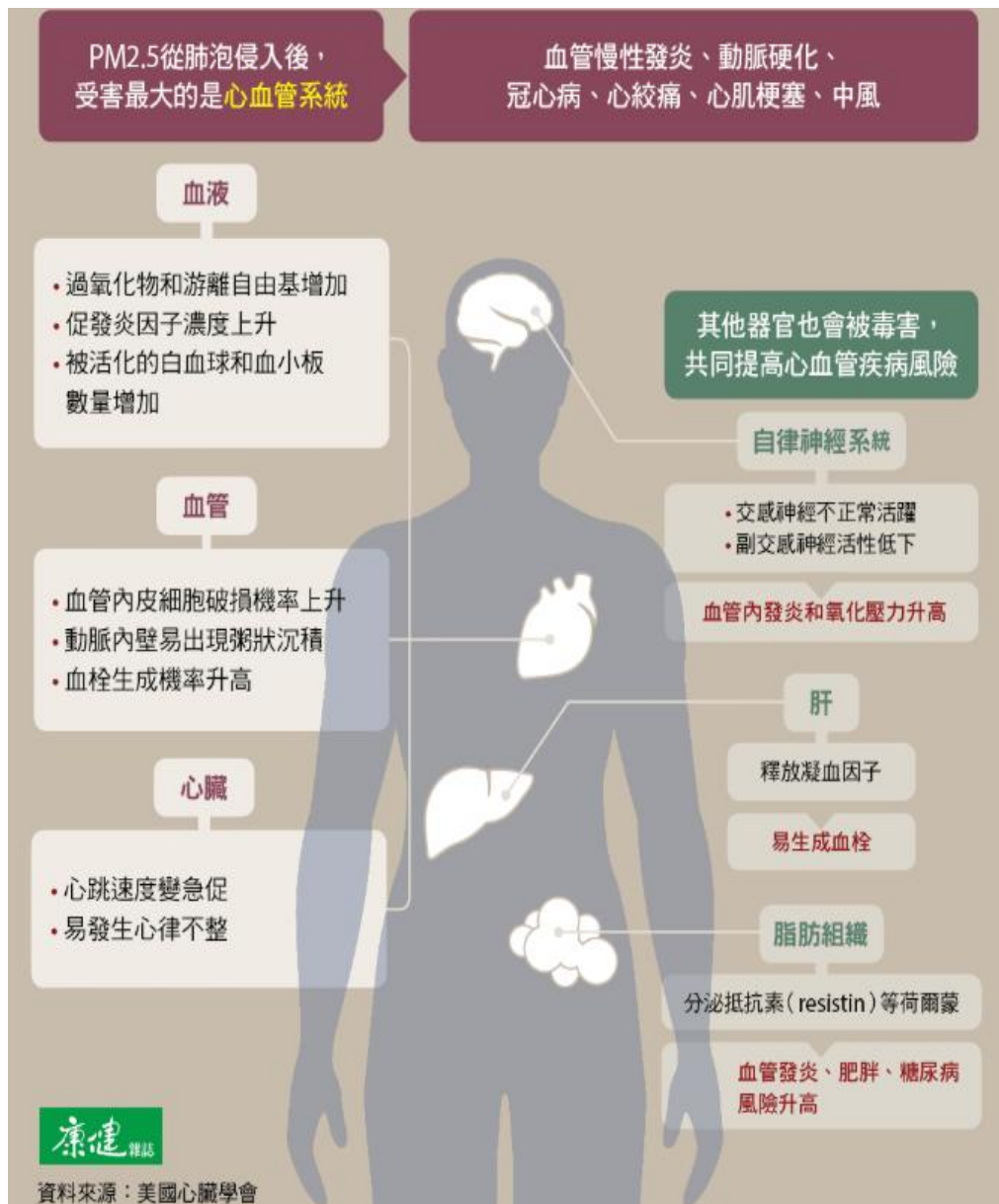


圖 3-2：懸浮微粒對心血管的影響

（圖 3-2 資料來源：康健雜誌（2017）。你知道 PM2.5 如何造成人體傷害？。2025 年 7 月 2 日，取自 <https://www.commonhealth.com.tw/article/article.action?nid=76486>。）

(四) 室內空氣污染物除了來自戶外空氣外，室內設備及人為活動也會造成室內空氣汙染。表 3-3 為一般常見的室內空氣污染物及其對健康的影響。

表 3-3：一般常見的室內空氣污染物及其對健康的影響

污 染 物	污 染 物 來 源	健 康 影 響
石棉	管線絕緣包覆、天花板、地板、隔熱片、以及受損的絕緣、耐火或隔音材質	肺癌、矽肺病、間皮細胞瘤
生物性 污 染 物	黴菌、細菌、病毒、塵蟎；濕或潮濕牆壁、天花板、地毯和傢具；維護不佳的除濕機、空調；寢具及寵物等	過敏、刺激呼吸道、傳染病；刺激眼睛、鼻子和咽喉；發燒；流行性感冒
燃燒 產 物	密閉空間的暖氣設備、瓦斯爐和壁爐、抽菸、室外空氣	頭疼、嗜睡、頭暈、視力及記憶力減退、不規律的心跳、噁心、精神錯亂、一氧化碳中毒、肺部損傷
甲醛	膠合的木板及其製成的傢俱；含尿素甲醛的發泡絕緣材(UFFI)及塗料	皮膚、眼睛、刺激呼吸道；呼吸作用損傷；癌症；染色體受損害
顆粒 狀 物	塵土, 花粉, 清潔及烹飪的油煙；香菸的煙；壁爐、煤油暖氣設備、瓦斯爐	刺激眼睛、鼻子、咽喉；呼吸道感染和支氣管炎；肺癌
揮發性 有 機 物	殺蟲劑、油漆、膠黏劑、清潔劑和、漂白劑、乾洗劑；菸草燃燒	頭痛、眼睛和呼吸道刺激到破壞神經系統、影響肝腎功能、癌症等

(表3-3資料來源：行政院環保署。室內空氣品質資訊網。2025年7月5日，取自 https://iaq.moenv.gov.tw/indoorair/introduction_influences.aspx)

(五) 室內空氣品質標準規定：

1. 以下為作者根據全國法規資料庫《室內空氣品質管理法》條文節錄。整理各項室內空氣污染物之室內空氣品質標準規定，表 3-4 所示。若超過以下規定的「標準值」，就會有相關的罰則來處罰。

表 3-4：各項室內空氣污染物之室內空氣品質標準規定

項目	標準值		單位
二氧化碳 (CO ₂)	1000	8 小時值	ppm
一氧化碳 (CO)	9	8 小時值	ppm
甲醛 (HCHO)	0.08	1 小時值	ppm
總揮發性有機化合物	0.56	1 小時值	ppm
細菌	1500	最高值	CFU/m ³ (菌落數/立方公尺)
真菌	1000	最高值	CFU/m ³ (菌落數/立方公尺)
PM10	75	24 小時值	μg/m ³
PM2.5	35	24 小時值	μg/m ³
臭氧 (O ₃)	0.06	8 小時值	ppm

(表3-4資料來源： 2025年7月5日，取自全國法規資料庫《室內空氣品質管理法》，<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=00130005>。作者自行整理。)

2. 表 3-4 中各項平均值意義如下：

- (1) 一小時值：指一小時內各測值之算術平均值或一小時累計採樣之測值。
- (2) 八小時值：指連續八小時各測值之算術平均值或八小時累計採樣之測值。

- (3) 二十四小時值：指連續二十四小時各測值之算術平均值或二十四小時累計採樣之測值。
- (4) 最高值：指依中央主管機關公告之檢測方法所規範採樣方法之採樣分析值。
- (5) 指總揮發性有機化合物之標準值係採計苯、四氯化碳、三氯甲烷、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、二氯甲烷、乙苯、苯乙烯、四氯乙烯、三氯乙烯、甲苯及二甲苯（對、間、鄰）等十二種化合物之濃度測值總和者。
- (6) 真菌濃度室內外比值：指室內真菌濃度除以室外真菌濃度之比值，其室內及室外之採樣相對位置應依室內空氣品質檢驗測定管理辦法規定辦理。

四、資料分析

(一) 文獻資料分析

比較表3-2及表3-4發現：PM2.5與PM10的數值在室內空氣品質標準規定中達到罰則的最高限度比AQI指標「良好」的數值還高，尤其是PM 2.5達到 $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 時，已經對敏感族群有害，如表4-1所示。人們當然希望室內空氣品質能達到最好，因此本研究將以AQI指標「良好」的數值來當測量標準。

表4-1：室內與室外PM2.5與PM10之空氣品質標準比較表

空氣品質標準	室內 (達到罰則的最高限度)	室外 (AQI 指標「良好」)
PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	35	0~12.4
PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	75	0~30

(表4-1資料來源：本研究報告之三、彙整相關文獻之表3-2及表3-4。作者自行整理。)

(二) 研究設備及器材

1. 空氣清淨機與濾網：

本研究所使用的空氣清淨機為「佳醫超淨抗過敏清淨機 AIR-15W」，適用 15—20 坪的室內空間，包含 4 種濾網，分別為：活性炭濾網、HEPA 濾網、大和紡濾網以及除甲醛除臭濾心。說明圖如圖 4-1 所示。各種濾網的功能說明如下：

- (1) 活性炭濾網：利用活性炭的強吸附力，過濾較大粉塵。
- (2) HEPA 濾網：高效微粒空氣過濾器 (HEPA) 能吸納約 99.7% 大小為 0.3 微米的懸浮微粒，使空氣潔淨。優點是有效安全，過濾能力高於靜電濾網。
- (3) 大和紡濾網：大和紡抗菌抗敏纖維，有效吸附過敏原蛋白，去除氮氧化合物，硫氧化合物等化學氣體，消除空氣中異味及除菌。
- (4) 除甲醛除臭濾心：為蜂巢式的活性炭與除甲醛沸石顆粒設計，可吸附異味、煙味，濾淨環境有害揮發有機氣體。

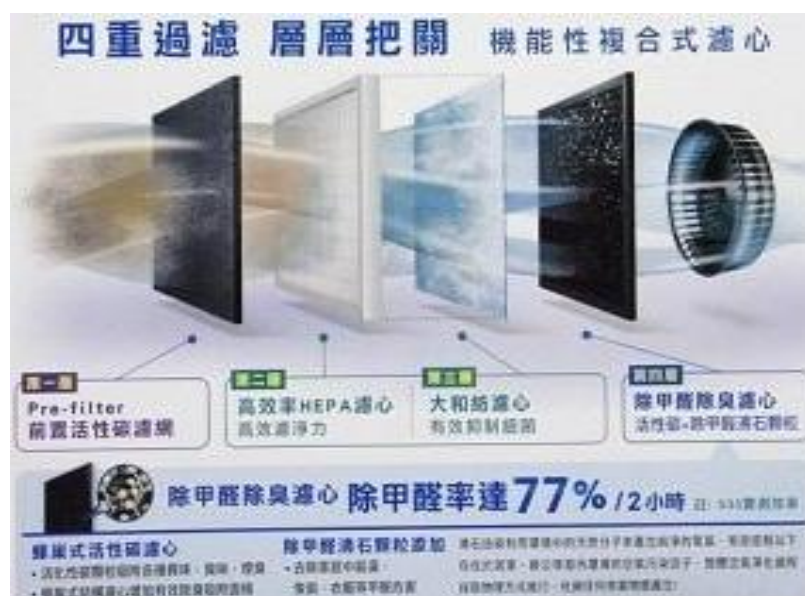


圖 4-1：四種濾網的簡易說明

(圖 4-1 資料來源：作者自行拍攝，翻拍自作者家中空氣清淨機「佳醫超淨抗過敏清淨機 AIR-15W」上的廣告說明。)

2. 空氣品質感測器：

本研究使用的空氣品質感測器是攀藤科技的「PMS5003T G5T 粉塵濃度+溫濕度感測器」，可以量測種類包含：PM1.0、2.5、10 的濃度數值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)，並可同時輸出溫度與濕度。其原理是利用雷射光照射在空氣中的懸浮顆粒物上產生散射，同時在某一特定角度收集散射光，取得散射光強隨時間變化的曲線，再換算出顆粒物的等效粒徑及單位體積內不同粒徑的顆粒物濃度。

3. 硬體組裝說明：

Arduino UNO 板與空氣品質感測器連接圖如圖 4-2 所示，感測器管腳 (PIN) 序號標示於圖 4-3 中，管腳與 Arduino UNO 板的連接如表 4-2 所示。當感測器工作時，Arduino 板上的 LED 燈會閃爍。

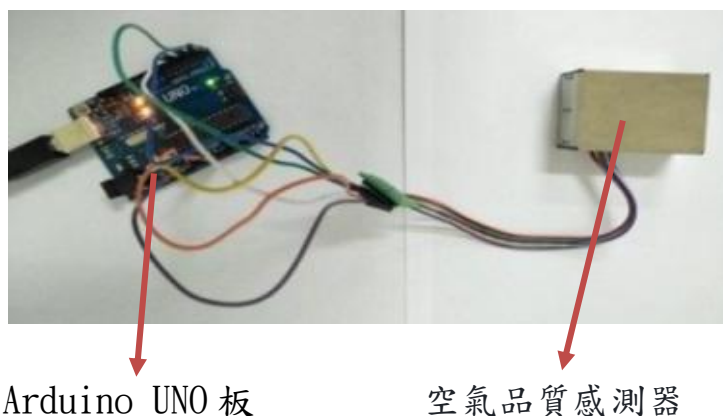


圖 4-2：空氣品質感測器連接圖（資料來源：作者自行拍攝。）

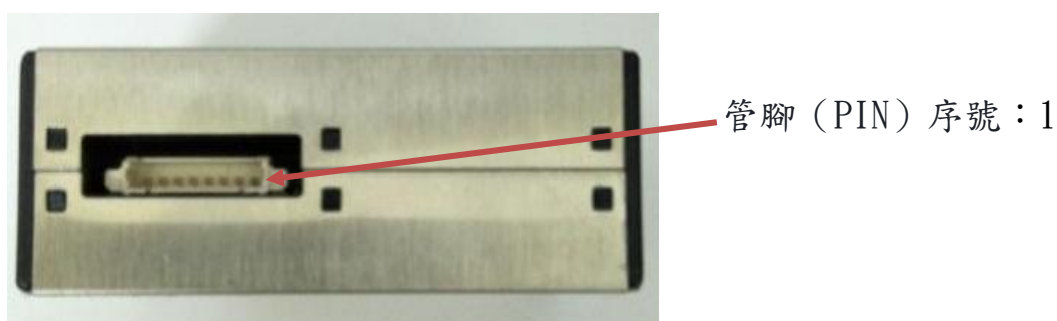


圖4-3：感測器管腳序號標示。最右邊為PIN1，往左依序為PIN1~8
(圖 4-3 資料來源：作者自行拍攝)

表 4-2：管腳的连接說明

PIN 序號	功能	與 Arduino UNO 板的连接說明
1	VCC	電源+5V
2	GND	電源負極
3	SET	與 Arduino 板的 D4 相接
4	RXD	接收訊號管腳
5	TXD	與 Arduino 板的 D2 相接
6	RESET	與 Arduino 板的 RESET 相接
7、8	NC	本研究沒有用到

(表 4-2 資料來源：作者自行整理。)

4. 感測器測量說明：

本研究的 Arduino 的程式為廠商附贈，我們僅修改連接埠及測量時間，開啟 Arduino 的程式及序列埠監控視窗，即可看見感測器測量到的即時懸浮微粒數據，如圖 4-4 所示。

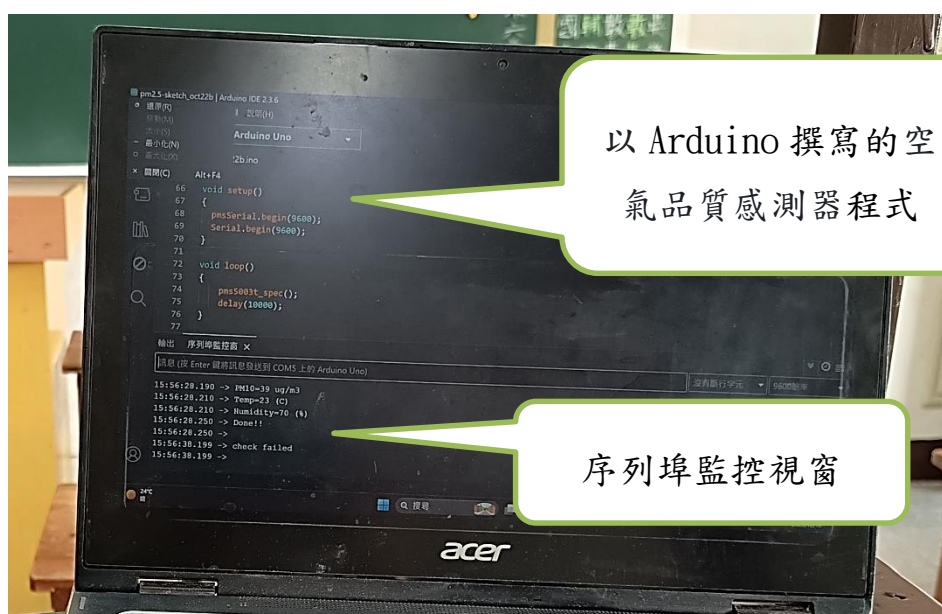


圖 4-4 序列埠監控視窗可看見感測器測量到的即時懸浮微粒數據。

(圖 4-4 資料來源：作者自行拍攝。)

五、研究結果與討論

(一) 問卷調查：

1. 我們訪問 50 位校內同學，家中有購買空氣清淨機者有 31 人，沒有購買者有 19 人。分析如圖 5-1 所示。**有購買者占大多數。**

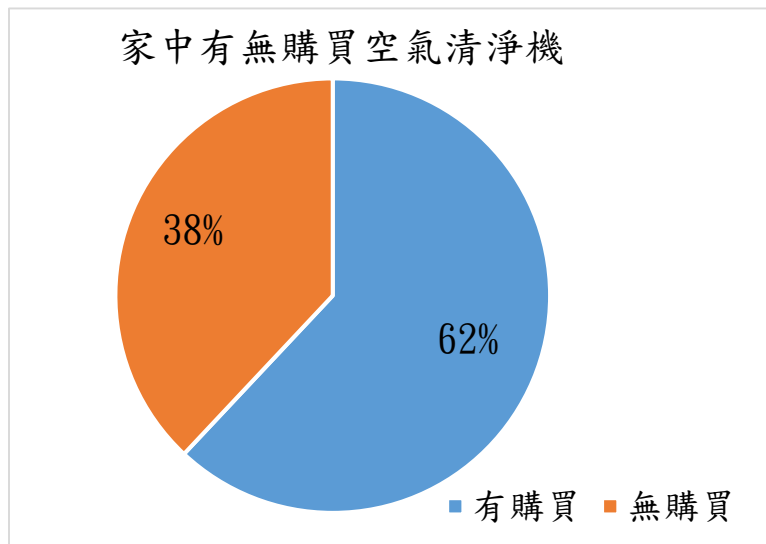


圖 5-1：家中有無購買空氣清淨機的人數與比例

2. 家中有購買空氣清淨機的 31 人中，空氣清淨機上有「空氣品質顯示面板」的共 1 人，沒有的有 30 人，比例分析如圖 5-2 所示。**沒有空氣品質顯示面板的占大多數。**

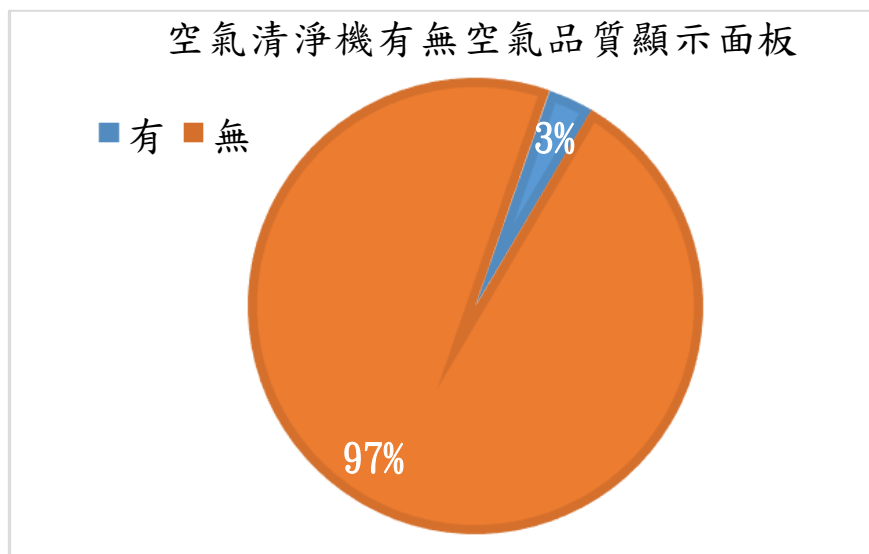


圖 5-2：家中空氣清淨機上有無「空氣品質顯示面板」的人數與比例

3. 上述空氣清淨機上有「空氣品質顯示面板」的人，家中使用的是飛利浦 AC0850/81 空氣清淨機，其空氣品質指示燈顏色代表的意義如表 5-1 所示。**與本報告中表 3-2 的 AQI 指標顏色不同，無法與環保署的公告直接對應。**

表 5-1

指示燈號	空氣品質
藍色	良好
藍紫色	普通
紅紫色	有害健康
紅色	非常有害健康

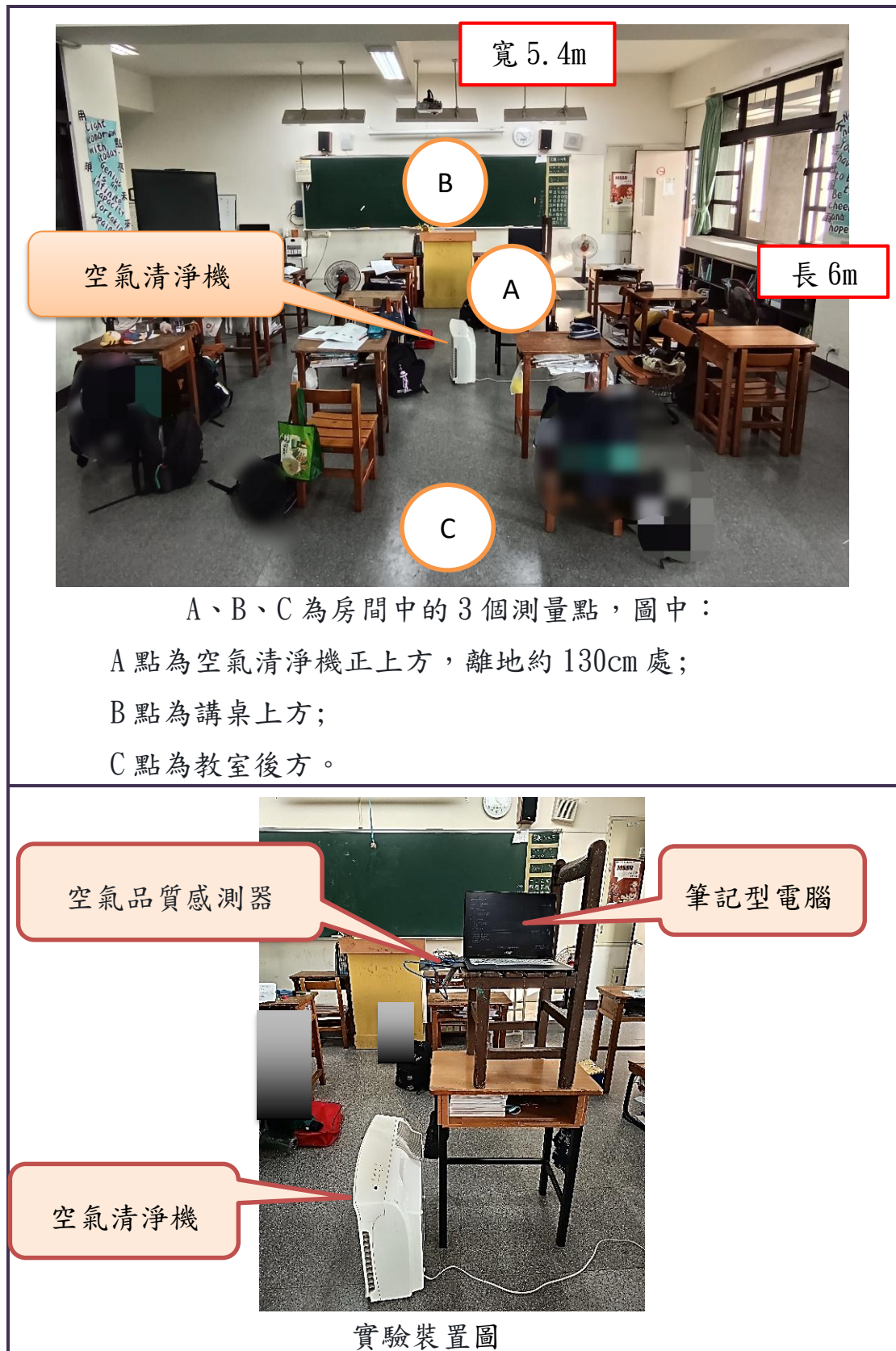
（表 5-1 資料來源：2025 年 8 月 13 日，取自飛利浦官網。

<https://www.philips.com.tw/c-m-ho/air-purifier-and-air-humidifier>。作者自行整理。）

（二）本次研究僅針對空氣污染物中的「懸浮微粒 PM2.5 與 PM10」進

行探討，其他污染物將留待未來研究。我們將空氣清淨機放置於教室中央，教室有門和窗戶與外界相通，長×寬大約為 6m×5.4m，面積大小約 9.8 坪。分別測量教室中 3 個位置的 PM2.5 與 PM10 數據。每個位置每測量 1 分鐘取一次平均值，再將 3 個位置的數值取平均，作為室內空氣品質的數據。感測器的量測高度為離地 130cm，是一般人可能會呼吸到的空氣高度。表 5-2 為測量點位置圖及實驗裝置圖的說明。

表 5-2：房間中 3 個測量點示意圖及實景圖說明



(表 5-2 資料來源：作者拍攝。)

1. 圖 5-3 為門窗「打開」時，有無開啟空氣清淨機的 PM2.5、PM10 數值比較。當門窗打開時，開啟空氣清淨機，室內的 PM2.5、PM10 數據只有下降一些。實測時只有 A 處數值有下降，但整個教室的數據平均與沒有開啟清淨機相差不大。
- 亦即**使用空氣清淨機時，將門窗打開無法有效達到淨化效果**。

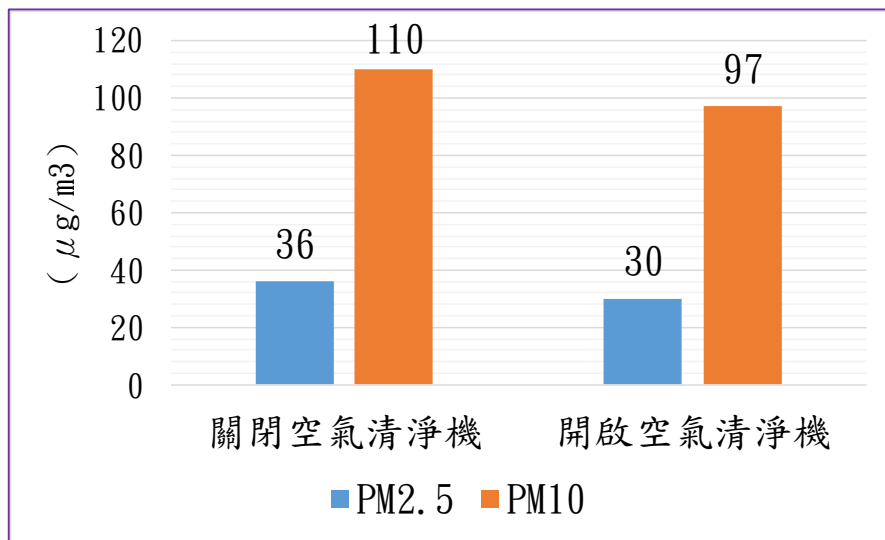


圖 5-3：門窗「打開」時，有無開啟空氣清淨機的 PM2.5、PM10 數值

2. 圖 5-4 為門窗「緊閉」時，有無開啟空氣清淨機的 PM2.5、PM10 比較圖，開啟時間 30 分鐘。由圖可看出開啟清淨機 30 分鐘後 PM2.5、PM10 的數值明顯有下降，可見空氣清淨機確實有達到降低室內懸浮微粒的作用。

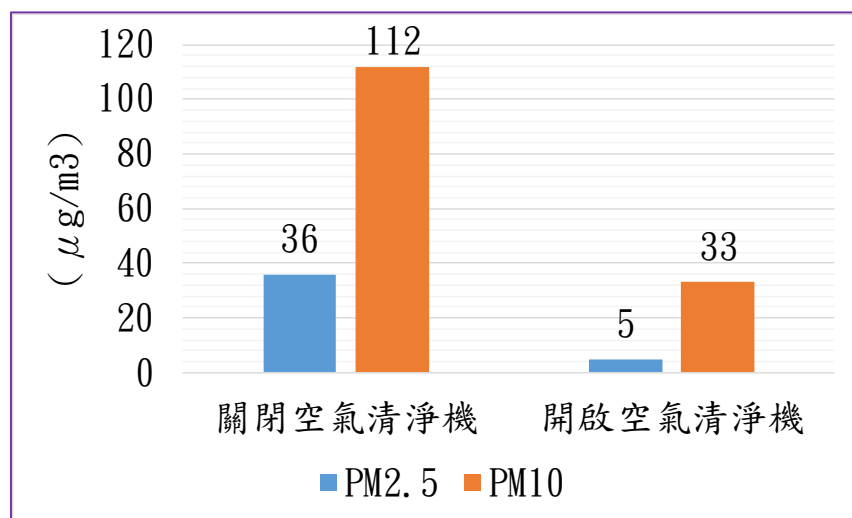


圖 5-4：門窗「緊閉」時，有無開啟空氣清淨機的 PM2.5、PM10 數值

(三) 我們進一步研究：「開機後要多久才能達到淨化室內空氣的效果？」，因此先將門窗打開 30 分鐘後再緊閉門窗，開啟空氣清淨機並開始測量數據。

1. 圖 5-5、圖 5-6 為室內 PM2.5、PM10 數值隨時間變化關係圖，由圖可知 50 分鐘後，PM2.5 及 PM10 都已無明顯的起伏變化，而且都降至 AQI 指標「良好」的數值以下了。

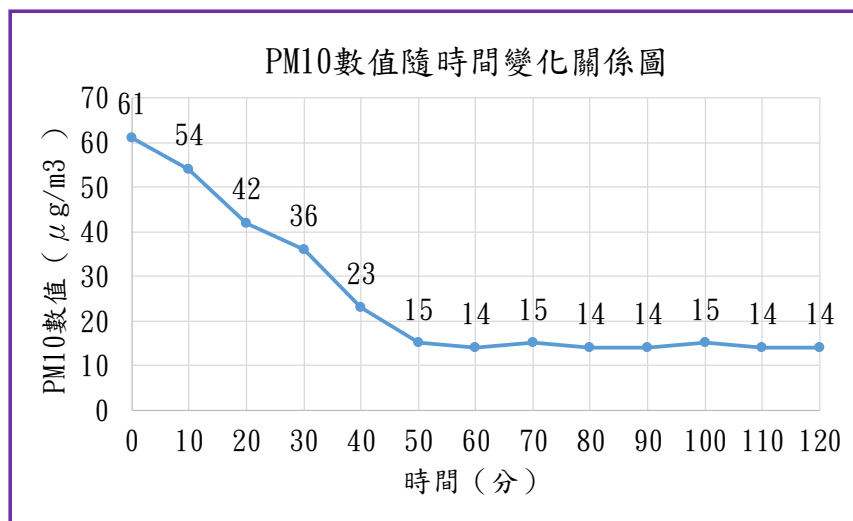


圖 5-5：門窗「緊閉」時，開啟空氣清淨機 PM10 隨時間變化關係圖

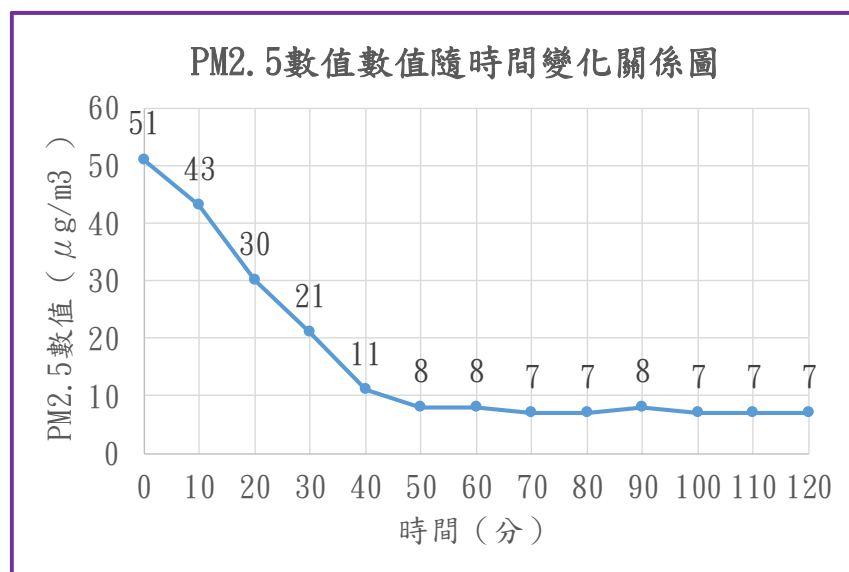


圖 5-6：門窗「緊閉」時，開啟空氣清淨機 PM2.5 隨時間變化關係圖

2. 圖 5-7、圖 5-8 為門窗緊閉且開啟空氣清淨機 1 小時後，再將清淨機關閉，室內空氣中的 PM2.5、PM10 隨時間變化關係圖。在此期間除了作者進行測量外，無其他人為活動，由圖可看出經過 5 小時，室內的 PM2.5、PM10 的值雖有增加但仍維持在 AQI 指標「良好」的數值以下。

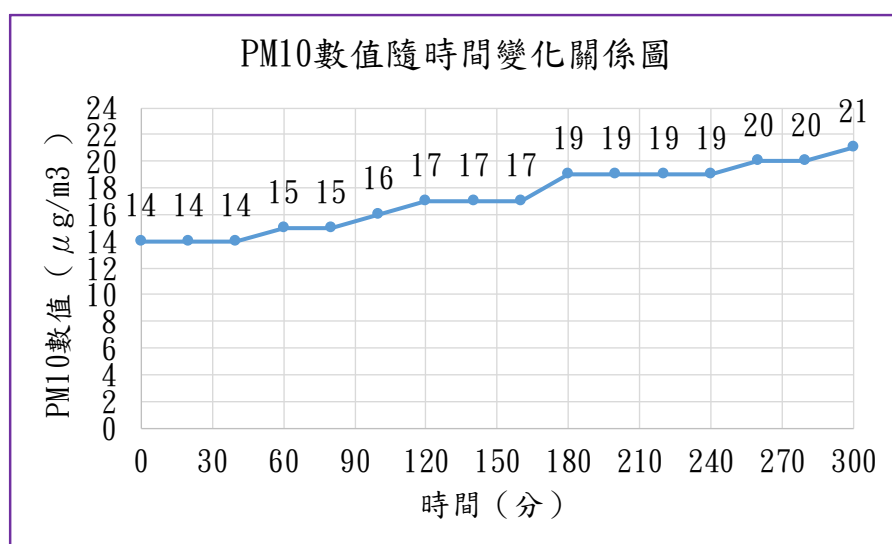


圖 5-7：門窗緊閉且開啟空氣清淨機 1 小時後，再將清淨機關閉，室內空氣中的 PM10 隨時間變化關係圖

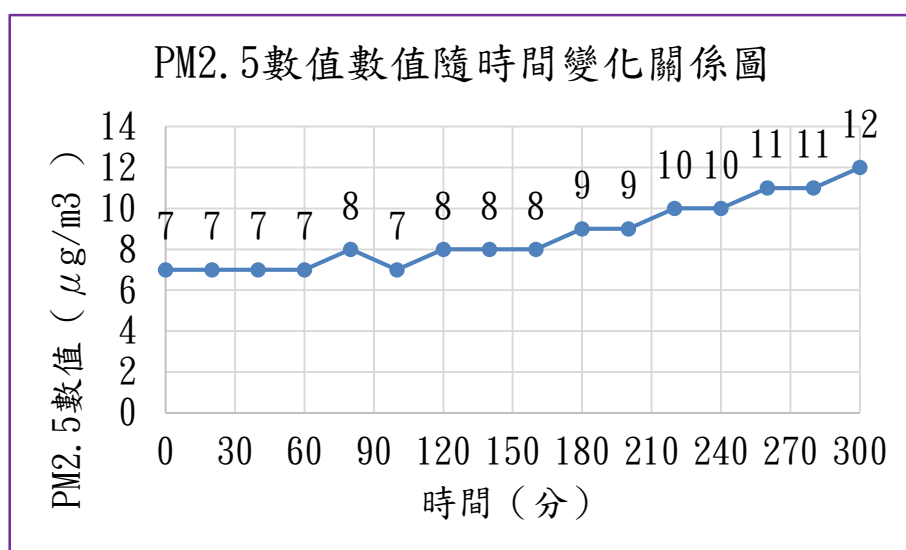


圖 5-8：門窗緊閉且開啟空氣清淨機 1 小時後，再將清淨機關閉，室內空氣中的 PM2.5 隨時間變化關係圖

3. 綜合圖 5-5～圖 5-8 的數據，使用 50 分鐘後室內懸浮微粒數量已降至最低，若能維持門窗緊閉且無人為製造煙霧活動，經過 5 小時室內空氣品質仍然良好。因此**長時間開著清淨機對於提升空氣品質的效用不大。**

(四) 空氣清淨機效率之探討

1. 本研究所使用的空氣清淨機電功率為 95W，本研究的室內坪數約為 10 坪，體積約 96 m³。根據上述 (三) 的研究結果，若要同時兼顧「淨化空氣」及「節能減碳」，我們建議**在門窗緊閉且無人為製造煙霧活動下，使用一小時即可關機。**期間所消耗的電能為：

$$0.095 \text{ (千瓦)} \times 1 \text{ (小時)} = 0.095 \text{ (度)}$$

以 1 度電約為 3 元來估算，所需電費為：0.285 元。若每天使用 1 小時，**一個月所需電費為 8.55 元。**

2. CADR 值 (Clean Air Delivery Rate，潔淨空氣輸出率) 是國際公認的空氣清淨機效能指標，本研究使用的空氣清淨機 CADR 值為 194 m³/h，也就是機器每小時能輸出 194m³ 的潔淨空氣。「換氣次數 (Air Change per Hour, ACH)」是指每小時室內空氣被過濾的次數。

$$\text{ACH} = \text{CADR} / \text{室內體積} = 194 / 96 \approx 2.02 \text{ 次/小時}$$

表示此清淨機在 1 小時內，能將室內 96 m³ 的空氣完全過濾約 2 次。上述建議的**1 小時已達到約 2 次的過濾效果，已遠遠足夠達到「淨化空氣」的目的。**

3. 若有人自下午 6 點回到家就開啟空氣清淨機，到隔天上午 6 點起床時關閉，使用時間為 12 小時，一個月電費為 102.6 元，是每天使用 1 小時的 12 倍。**多出的花費不但沒有提升空氣品質，反而是浪費了能源及金錢。**

(五) 研究結果與討論

1. 「佳醫超淨抗過敏清淨機 AIR-15W」空氣清淨機確實能有效降低室內 PM2.5、PM10 懸浮微粒濃度，達到淨化室內空氣的功能。也就是說「活性炭濾網、HEPA 濾網、大和紡濾網、除甲醛除臭濾心」的組合，有確實達到淨化空氣的效果。
2. 要使用空氣清淨機來淨化室內空氣時，應關閉門窗才能達到較好的效果。
3. 以 95W 的空氣清淨機使用於 9.8 坪的室內，約 50 分鐘可使 PM2.5、PM10 的數值達到 AQI 指標「良好」的數值以下。
4. 在門窗緊閉且無人為製造煙霧活動下，空氣清淨機使用一小時後關機，仍可使空氣品質維持在 AQI 指標「良好」的數值以下約 6 小時。
5. 若要同時兼顧「淨化空氣」及「節能減碳」，本研究結果建議在門窗緊閉且無人為製造煙霧活動下，空氣清淨機使用一小時即可關機。

六、評鑑與檢討

- (一) 我們剛開始尋找研究題目時，學校的新大樓已經完成，但是週邊還有很多土堆，一陣風吹過來，整個操場就煙霧瀰漫，接著這些煙霧就整個往我們二樓的教室飄過來，雖然門窗都關著吹冷氣，但是窗戶留有 15 公分的通風縫，灰塵很自然的就蔓延過來了，這些現象讓我們想要研究室內空氣品質。
- (二) 我們因為想要模擬實際生活的狀況，所以起始狀態是將門窗打開 30 分鐘後，再緊閉門窗，開啟空氣清淨機來測量數據。但是因為每天 PM 2.5 和 PM10 的數值都不一樣，以至於每次實驗的起始狀態不盡相同。不過我們連續測量幾天，數據的變化趨勢大致相同，所以我們的研究結果還是很有參考價值。未來我們想要朝更定量定性的方面去研究，想辦法讓室內空間的起始狀態一樣，再開始進行實驗，讓我們的實驗結果更有說服力。
- (三) 未來我們會朝人為活動，如：走動、吸菸、烹飪…等對室內空氣品質的影響，並關心各種環保議題，朝這個方向繼續充實知識及進行研究。
- (四) 雖然目前我們能力還不足夠，但是我們想研發能內建「空氣品質感測器」及「開關控制器」的空氣清淨機，並學習寫出適當的程式來操控。讓空氣清淨機能根據偵測到的空氣品質自行開關機，以達到「淨化空氣」及「節能減碳」雙效兼顧的效果。
- (五) 能夠完成這份報告書，我們要非常感謝兩位指導老師，犧牲時間與假期，陪伴我們做實驗、指導我們如何做紀錄與撰寫報告，並時時鼓勵及督促我們。另外還要感謝的爸媽支持，讓我們能有這樣令人難忘的經驗！

七、參考資料

- (一) 施威銘研究室 (2018)。IoT 物聯網應用開發實作使用 Arduino。台北市：旗標出版股份有限公司。
- (二) 廖秀慧 (2017)。Arduino 初學指引。台北市：啟芳出版社有限公司。
- (三) 劉俊男 (2014)。大氣 PM2.5 監測及採樣正確性的研究。國立交通大學環境工程系所：博士論文。
- (四) 行政院環境保護署環境保護人員訓練所 (2007)。空氣污染防治法規。2025 年 7 月 1 日，取自 <http://catalog.digitalarchives.tw/item/00/5f/bf/83.html>
- (五) 行政院環境保護署。空氣品質監測網。2025 年 7 月 1 日，取自 <https://taqm.epa.gov.tw/taqm/tw/b0201.aspx>
- (六) 行政院環保署。室內空氣品質資訊網。2018 年 7 月 5 日，取自 https://iaq.epa.gov.tw/indoorair/page/News_6_3.aspx
- (七) 全國法規資料庫。2025 年 7 月 5 日，取自《室內空氣品質管理法》[https://iaq.epa.gov.tw/indoorair/doc/法規命令/3.室內空氣品質標準\(101.11.23.訂定\)/3.室內空氣品質標準.pdf](https://iaq.epa.gov.tw/indoorair/doc/法規命令/3.室內空氣品質標準(101.11.23.訂定)/3.室內空氣品質標準.pdf)
- (八) 康健雜誌 (2017)。你知道 PM2.5 如何造成人體傷害？。2025 年 7 月 2 日，取自 <https://www.commonhealth.com.tw/article/article.action?nid=76486>
- (九) 飛利浦官網。即時的空氣品質顯示。2025 年 8 月 13 日，取自 <https://www.philips.com.tw/c-m-ho/air-purifier-and-air-humidifier>。

八、附錄

(一) PMS5003T G5T 的 Arduino 程式：

```
#include <SoftwareSerial.h>

long pmat10 = 0;
int pmat25 = 0;
long pmat100 = 0;
unsigned int temperature = 0;
unsigned int humandity = 0;
int pmat25_value=0;

SoftwareSerial pmsSerial(2, 3); // 將 Arduino Pin2 設定為
RX, Pin3 設定為 TX

void pms5003t_spec(){
    int count = 0;
    unsigned char c;
    unsigned char high;
    while (pmsSerial.available()) {
        c = pmsSerial.read();
        if((count==0 && c!=0x42) || (count==1 && c!=0x4d)){
            Serial.println("check failed");
            break;
        }
        if(count > 27){
            Serial.println("Done!!");
            break;
        }
    }
```

```

        else if(count == 10 || count == 12 || count == 14 ||
count == 24 || count == 26) {
            high = c;
        }
        else if(count == 11){
            pmat10 = 256*high + c;
            Serial.print("PM1.0=");
            Serial.print(pmat10);
            Serial.println(" ug/m3");
        }
        else if(count == 13){
            pmat25 = 256*high + c;
            Serial.print("PM2.5=");
            Serial.print(pmat25);
            Serial.println(" ug/m3");
        }
        else if(count == 15){
            pmat100 = 256*high + c;
            Serial.print("PM10=");
            Serial.print(pmat100);
            Serial.println(" ug/m3");
        }
        else if(count == 25){
            temperature = (256*high + c)/10;
            Serial.print("Temp=");
            Serial.print(temperature);
            Serial.println(" (C)");
        }
        else if(count == 27){

```

```

        humandity = (256*high + c)/10;
        Serial.print("Humidity=");
        Serial.print(humandity);
        Serial.println(" (%)" );
    }
    count++;
}
while(pmsSerial.available())
    pmsSerial.read();
Serial.println();
}

void setup()
{
    pmsSerial.begin(9600);
    Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
    pms5003t_spec();
    delay(10000);
}

```